

PAT-NO: JP410116555A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10116555 A

TITLE: ELECTRONS TUBE

PUBN-DATE: May 6, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ARAGAKI, MINORU

HIROHATA, TORU

SUGA, HIROBUMI

YAMADA, MASAMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HAMAMATSU PHOTONICS KK

N/A

APPL-NO: JP08270786

APPL-DATE: October 14, 1996

INT-CL (IPC): H01J001/30, H01J007/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron tube capable of giving a stable operation efficiently.

SOLUTION: This electron tube is formed to have an airtight vessel 1 containing a field emitter 11 made of diamond or mainly composed of diamond, as well as an anode where electrons emitted from the field emitter 11 are incident under the application of positive voltage thereto, and hydrogen 12 is sealed into the airtight vessel 1. According to this construction, the surface of the field emitter 11 is always terminated with the hydrogen 12 and, therefore, electron affinity is negatively maintained on the terminated surface of the field emitter 11. Thus, the electron tube equipped with the field emitter 11 is capable of giving a stable operation efficiently over a long term.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116555

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 J 1/30

7/02

識別記号

F I

H 0 1 J 1/30

7/02

A

F

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-270786

(22) 出願日 平成8年(1996)10月14日

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72) 発明者 新垣 実

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(72) 発明者 廣畑 徹

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(72) 発明者 菅 博文

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

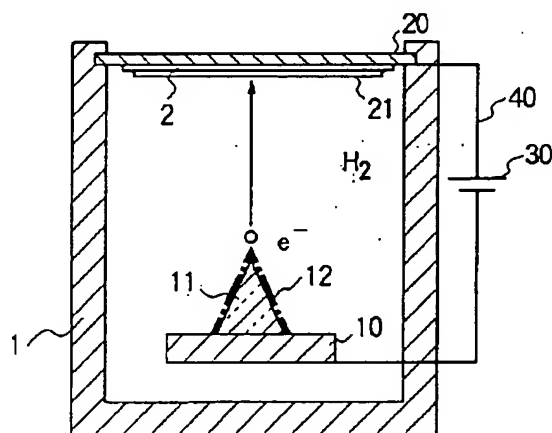
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子管

(57) 【要約】

【課題】 安定した動作が効率的に実現される電子管を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の電子管は、ダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分とするフィールドエミッタ11と、フィールドエミッタ11に対して正の電圧が印加されて、フィールドエミッタ11から放出された電子が入射する陽極とを気密容器1の内部に備えており、その内部には水素が封入されている。この構成によれば、水素12によりフィールドエミッタ11の表面が常に終端される。このため、フィールドエミッタ11のそのような表面においては電子親和力が負で維持される。したがって、このフィールドエミッタ11を備えた電子管は、長期にわたって効率的な動作を安定して行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分として構成されると共に、電圧の印加によって電子を放出する電界放出型電子放出源と、前記電界放出型電子放出源に対して正の電圧が印加されて前記電界放出型電子放出源から放出された電子が入射される陽極とを気密容器の内部に備える電子管において、前記気密容器の内部に水素が封入されていることを特徴とする電子管。

【請求項2】 前記水素は、分圧が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$  Torrの範囲で封入されている請求項1に記載の電子管。

【請求項3】 前記電界放出型電子放出源は多結晶ダイヤモンドから構成されている請求項1又は2に記載の電子管。

【請求項4】 前記電界放出型電子放出源が2次元状に配列され、且つ、前記陽極が前記電界放出型電子放出源から放出された電子の入射により発光する蛍光膜である請求項1～3のいずれか1項に記載の電子管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子管に関し、特に、電界放出型電子放出源を用いた電子管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子管に用いられる電子ビーム発生源として、従来の熱陰極型のものに代わり、近年、電界放出型のものが高電子放出密度を有するために注目されている。このいわゆる電界放出型電子放出源は一般に針状であって、これを用いた電子管は図5に示される。

【0003】図示のように、気密容器1内部の導電性の基台10上に設けられたフィールドエミッタ11の針の先端が、ガラス面板20上に導電性透明膜2を介して形成された膜状の蛍光体21と対向配置して構成されている。そして、蛍光体21にはフィールドエミッタ11に対して正の高電圧が印加されるよう、基台10と導電性透明膜2との間には直流電源30が電気リード40を介して接続されている。このため、フィールドエミッタ11の針の先端から電子が加速して放出されるようになり、蛍光体21に入射するときには発光表示がなされる。このとき、使用されるフィールドエミッタは、Si等の半導体或いはMo、W等の高融点金属からなるものが一般的である（電気学会誌、第12巻第4号、1992年）。

【0004】しかし、最近、フィールドエミッタとしてダイヤモンド或いはダイヤモンドを主成分としたものが用いられている（例えば、特開平7-29483）。このとき用いられるダイヤモンドは単結晶又は多結晶薄膜からなるものが典型的である。このようにダイヤモンドが注目されるのは、ダイヤモンドの伝導帯の底のエネルギーと真空単位のエネルギーとの差が小さいためである。特に、その最表面の未結合の炭素原子が水素（H<sub>2</sub>）で終端されたものについては、伝導帯の底のエネルギーに対す

る真空単位のエネルギーの差、すなわち電子親和力が零又は負になり、いわゆる負の電子親和力(Negative Electron Affinity: NEA)状態になる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、フィールドエミッタは針の先端における放出電流密度が高いため、ジュール熱が大量に発生するの一般的である。このため、上に述べたように、フィールドエミッタがダイヤモンドからなる場合、その表面を水素が終端していても、上記の熱により脱離するようになる。さらに、その脱離後に、フィールドエミッタの表面には水素以外の他の分子が吸着することもある。したがって、かかるフィールドエミッタでは電子親和力が絶えず変化し、また、電子親和力が負の状態とならないこともある。このような状態変化は、電子管の動作の安定性という観点で本質的な問題である。また、状態変化により、電子放出効率が著しく低下することもあるので、フィールドエミッタの性能という点からも大きな問題となる。

【0006】そこで、本発明は、このようなダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分とする電界放出型電子放出源が安定して効率よく電子を放出させるようにした電子管を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る電子管は上記目的を達成するためになされたもので、ダイヤモンド又はダイヤモンドを主成分として構成されると共に、電圧の印加によって電子を放出する電界放出型電子放出源と、電界放出型電子放出源に対して正の電圧が印加されて、電界放出型電子放出源から放出された電子が入射される陽極とを気密容器の内部に備えており、その内部には水素が封入されていることを特徴としている。これにより、水素による終端が安定になされるので、効率のよい電子の放出が安定して実現される。

【0008】水素の封入は、分圧が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$  Torrの範囲で封入されているのが好ましく、これにより、電界放出型電子放出源の表面は一定の負の電子親和力を絶えず有するようになる。

【0009】また、電界放出型電子放出源は多結晶ダイヤモンドから構成されているのが好適であり、これにより、負の電子親和力を有する安価な電界放出型電子放出源が容易に実現される。

【0010】また、電界放出型電子放出源が2次元状に配列され、且つ、陽極が電界放出型電子放出源から放出された電子の入射により発光する蛍光膜であることを特徴としてもよい。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図中、同一又は相当部分には同一符号を付すこととする。

【0012】図1は、本発明に係る電子管の好適な実施

形態の構成と、基本的な動作を説明するために、電気系統と画素を構成する部品の相対的な配置とを概略的に示した側断面図である。

【0013】第1実施形態の電子管は、図1に示されるように2極管構造となっている。すなわち、気密容器1中において、導電性の基台10上に針状のフィールドエミッタ11が設置されている。また、フィールドエミッタ11の針の先端と対向して、陽極たる膜状の蛍光体21（蛍光膜）がガラス面板20上に導電性透明膜2を介して配置されている。好適には、フィールドエミッタ11は多結晶のダイヤモンドからなり、その表面の状態に応じて負となりうる。また、蛍光体21にはフィールドエミッタ11に対して正の高電圧が印加されるよう、基台10と導電性透明膜2との間には直流電源30が電気リード40を介して接続されている。さらに、本実施形態では、気密容器1内に水素が封入されて、フィールドエミッタ11を構成するダイヤモンドの表面を終端している。このため、その表面は負の電子親和力を有するようになる。好適には、水素の分圧は気密容器1内で水素による放電が生じない程度、例えば $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$  Torrであるのがよい。

【0014】これに直流電源30により所定の電圧が印加されると、フェルミ準位の電子（ $e^-$ ）がフィールドエミッタ11の針の先端からトンネル効果によって水素封入された低圧雰囲気中へ放出される。このとき電子の放出は、水素12によって終端されたダイヤモンド表面では仕事関数が低下しているため容易である。この電子がフィールドエミッタ11に対して正の電圧に印加された蛍光体21に入射されると、蛍光体21は発光する。

【0015】ところで、フィールドエミッタ11の針の先端においては、放出電流密度が非常に高いので、ジュール熱が大量に発生する。このため、本実施形態のフィールドエミッタ11では、先端の表面に吸着している水素12が脱離するようになる。そして、水素12の脱離後には、気密容器1中の水素以外の残留物がフィールドエミッタ11の先端に吸着することもある。或いは、フィールドエミッタ11の先端から放出された電子が蛍光体21に加速して入射した場合、蛍光体21上に吸着している分子等がイオン化して気密容器1の内部空間に放出されて、フィールドエミッタ11先端の表面に吸着することもある。上に述べたような現象は、電界放出を利用した電子管にとって本質的なものである。このため、フィールドエミッタ11先端の表面において吸着又は脱離が生じることにより、表面の仕事関数が変化する。したがって、フィールドエミッタ11の電子放出効率も変化するようになる。

【0016】しかしながら、本発明に係る電子管では、従来のものとは異なり、気密容器1内に所定圧力の水素が封入されている。例えば、分圧が $1 \times 10^{-6}$  Torrの水素が気密容器1内に封入されている場合、約 $1.4 \times 10^{16}$ 個

／ $(\text{cm}^2 \cdot \text{秒})$ の頻度でフィールドエミッタ11の表面に入射する。また、一般に、固体の最表層における原子密度は約 $1 \times 10^{15}$ 個／ $\text{cm}^2$ である。したがって、フィールドエミッタ11表面を終端している水素12が電子放出により発生するジュール熱で脱離しても、約0.1秒以内に封入された水素により表面が再び終端されることとなる。また、気密容器1内の残留分子や蛍光体21に電子が入射することにより生じたイオンがダイヤモンド表面に吸着しても、気密容器1内において相対的に多く存在する水素によって置換されることとなる。すなわち、フィールドエミッタ11の表面は水素12によって常に終端された状態となり、その仕事関数が変化しない。斯くして、フィールドエミッタ11において、安定した放出電流密度が効率的に得られる。なお、本実施形態で用いられる蛍光体等の部品は、減圧下において全く或いはほとんどガス放出しないものが好ましい。

【0017】なお、このようなフィールドエミッタは、例えば下記のように作製される。まず、シリコン基板を用意し、この（100）面にマイクロ波CVD法で多結晶ダイヤモンド薄膜を約 $20 \mu\text{m}$ 程度の厚さに形成する。そして、直径 $10 \mu\text{m}$ 程度のスポット状にレジスト膜を形成し、これをマスクして、ECRプラズマで処理すると、尖った形状が得られる。

【0018】また、2極管構造の画素を備えた表示デバイスを作製するために以下のようなことがなされる。まず、形状の揃ったフィールドエミッタ11を基台10上に2次元状に配列する。また、膜状の蛍光体21をガラス面板20上に導電性透明膜2を介して設ける。つぎに、基台10上に設置されたフィールドエミッタ11を気密容器1内に設置する。そして、フィールドエミッタ11から電子が放出する先端部と対向させる。この状態で、気密容器1内を $1 \times 10^{-8}$  Torr以下になるまで排気した後、所定圧力の水素を導入する。

【0019】本発明の実施形態に係る電子管は、上に述べたような2極管構造を備えたものに限定されない。第2実施形態は、第1実施形態と異なり、3極管構造となっている。図2を参照して説明すると、2極管構造と異なり、気密容器1内の基台10上にリング状の絶縁膜13を介してリング状のゲート電極14が設けられている。また、ゲート電極14にはフィールドエミッタ11に対して正の電圧が印加されるよう、ゲート電極14と基台10との間には電気リード40を介して直流電源31がさらに接続されている。このような構成においては、ゲート電極14に所定の電圧が印加されると、フィールドエミッタ11から放出される電子は、ゲート電極14によって制御されるようになる。また、本実施形態でも第1実施形態と同様に、気密容器1中に分圧が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$  Torrの水素が封入されている。したがって、表面が水素終端されたフィールドエミッタ11先端における放出電流がゲート電極14によって制御される

ので、動作は一層安定したものとなる。

【0020】また、第3実施形態では、第2実施形態の3極管構造のゲート電極14上に、リング状の絶縁膜13を介してリング状の収束電極15が設けられた4極管構造となっている。図3を参照して説明すると、3極管構造と異なり、ゲート電極14上に絶縁膜13を介してリング状の収束電極15が設けられている。また、収束電極15にはゲート電極14に対して負の電圧が印加されるよう、収束電極15とゲート電極14との間には直流電源32が電気リード40を介して接続されている。

【0021】このような構成においては、収束電極15に所定の電圧が印加されると、フィールドエミッタ11から放出される電子は、収束電極15によって収束されるようになる。また、本実施形態でも第1及び第2実施形態と同様に、気密容器1中に分圧が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$  Torrの水素が封入されている。したがって、表面が水素終端されたフィールドエミッタ11先端における放出電流がゲート電極14によって制御された後に、収束電極15によって電子が収束されるので、本実施形態の電子管は、非常に安定した動作でもって高分解能な表示を実現することができる図4の表示素子50においては、例えば第2実施形態に述べた3極管構造の各エレメントが2次元状に配列されている。すなわち、複数のフィールドエミッタ11の先端と対向して蛍光体21が配置されている。また、各エレメントはスイッチ回路を有している。なお、水素の封入が減圧状態でなされた気密容器が、これらの部品を内部に収容している。

【0022】任意のエレメント、例えば、アドレスが図4に明示される $X_3Y_2$ である画素のフィールドエミッタ11から電子を放出させるために、そのスイッチ回路が制御装置によって、その画素のゲート電極14及びフィールドエミッタ11の間に所定の電圧を印加するようにする。そして、当該フィールドエミッタ11から放出された電子は、蛍光体21上の特定の位置に衝突し、その位置で光が発せられる。斯くして、かかるフィールドエミッタ11を備えた表示素子は、安定性に優れた動作が可能となる。

【0023】なお、図4に明示した表示素子50は、収束電極を備えない3極管構造のものであるが、画素が2極管構造又は4極管構造を備えたものでもよい。また、表示する際の駆動方式もスタティック駆動方式に限定されず、時分割によるダイナミック駆動方式が用いられて

もよい。

【0024】以上に述べたように、第1～第3実施形態では、フィールドエミッタが水素により終端されたダイヤモンドからなるものであった。しかし、本発明はこれに限定されない。すなわち、表面が水素によって常に終端されると仕事関数が変化しない表面が負の電子親和力をもって得られることにより、効率よく安定に動作するフィールドエミッタの全てに適用が可能である。例えば、炭素系材料を主たる材料としたもの、すなわち、ダイヤモンドライクカーボンやグラッシーカーボン等においても、十分な効果が得られるのはもちろんである。

【0025】上記実施形態に述べた表示素子は2次元状の平面表示素子としたものでもよく、1次元状のライン表示素子にも適用可能である。また、蛍光体をR、G、Bの各色の光を発するものとすれば、カラー表示体とすることもできる。

【0026】

【発明の効果】本発明の電子管によれば、その内部に所定圧力の水素が封入されることにより、ダイヤモンド等からなるフィールドエミッタの表面を常に終端する。このため、フィールドエミッタのそのような表面においては電子親和力が負で維持されるので、かかるフィールドエミッタを備えた電子管は、長期にわたって効率的な動作を安定して行うことができる。すなわち、電子管の長寿命化も見込まれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子管の第1実施形態を概略的に示した側断面図である。

【図2】本発明の電子管の第2実施形態を概略的に示した側断面図である。

【図3】本発明の電子管の第3実施形態を概略的に示した側断面図である。

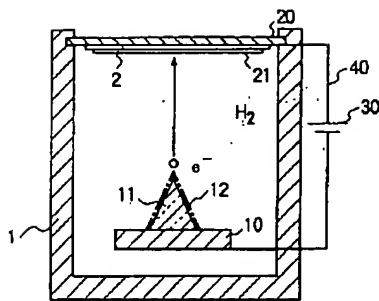
【図4】本発明の電子管の第2実施形態を2次元状に配置した表示素子を概略的に示した斜視図である。

【図5】従来例を概略的に示した側断面図である。

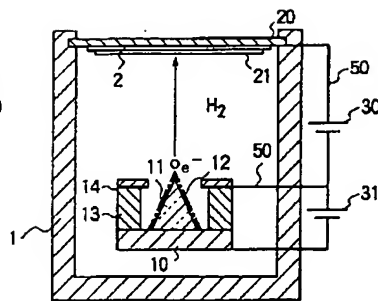
【符号の説明】

1…気密容器、2…導電性透明膜、10…基台、11…フィールドエミッタ、12…水素、13…絶縁膜、14…ゲート電極、15…収束電極、20…ガラス面板、21…蛍光体、30…直流電源、31…直流電源、32…直流電源、40…電気リード、50…表示素子。

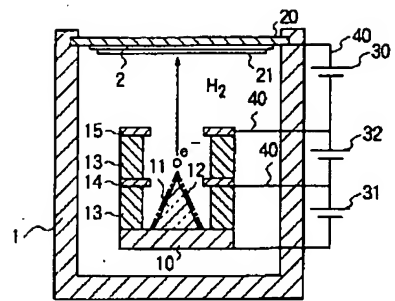
【図1】



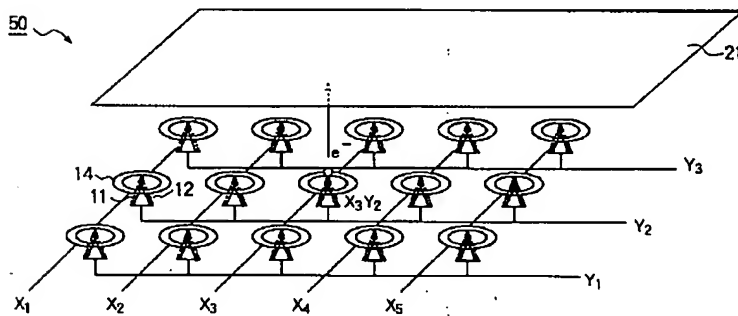
【図2】



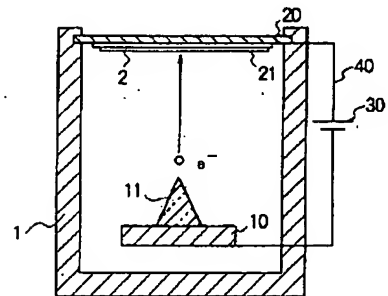
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 正美

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内